

PERMODELAN SISTEM DEFISIT EKOLOGIS UNTUK MENGURANGI EMISI CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Oleh :
Achmad Ghozali
32 12 205 903

Dosen Pembimbing :
Adjie Pamungkas, S.T., M. Dev. Plg., Ph.D
Dr. Ir. Eko Budi Santoso, Lic. Rer. Reg

Manajemen Pembangunan Kota
Pascasarjana Jurusan Arsitektur
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2015





PENDAHULUAN

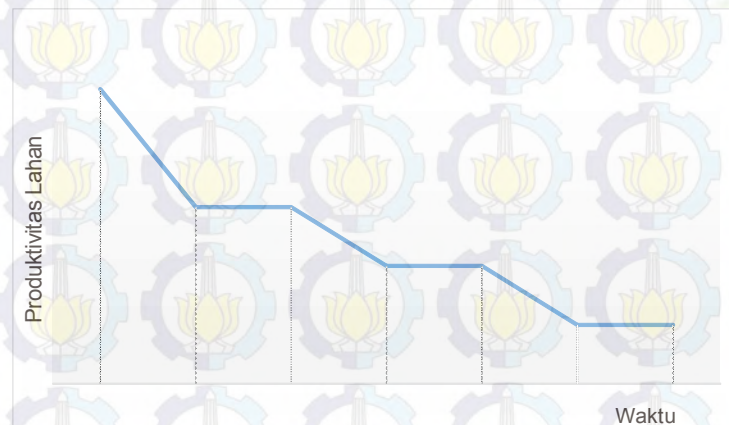


LATAR BELAKANG (1)

Kodoatie (2005)



Limited Resource



(Widiatmaka, 2007 dan Arsyad, 2008)

LATAR BELAKANG (2)

(Hadi, 2001)



Perspektif pembangunan
jangka panjang

(Soemarwoto, 2004)



Ecological Benefit

Pembangunan selaras
dengan lingkungan



(Wackernagel dan Ress, 1996)

Ecological Footprint Concept

LATAR BELAKANG (3)



(Wackernagel dan Ress, 1996)



Perhitungan konsumsi total sumberdaya alam

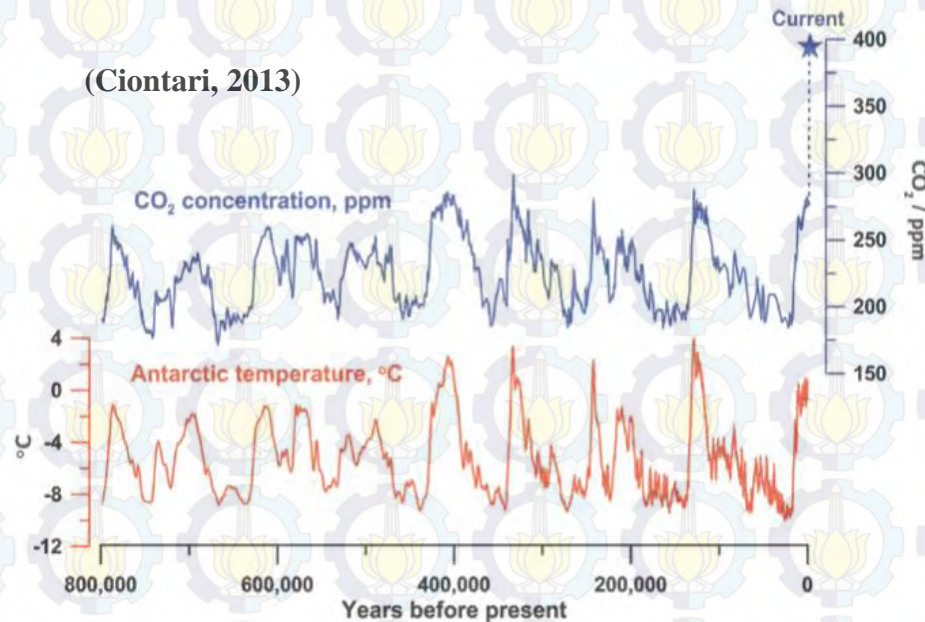


Salah satu lahan yang paling krusial adalah lahan penyerap karbon dalam mengabsorbsi gas CO2



LATAR BELAKANG (4)

(Ciontari, 2013)



- ❑ Peningkatan konsentrasi gas CO₂ 354,17 ppm pada tahun 1970 menjadi 385 ppm pada tahun 2008 (IPCC, 2007)
- ❑ 30% Gas CO₂ larut dalam air selama satu dekade dan 60% membutuhkan waktu lebih dari 6 dekade (Godish and Fu, 2003).
- ❑ Peningkatan konsentrasi gas CO₂ diatmosfer menjadi isu penting dalam pemanasan global (Samiaji, 2009 ; Astra, 2010).



LATAR BELAKANG (5)

KONDISI PERKOTAAN KABUPATEN GRESIK

- ❑ Tahun 2011-2012 di wilayah perkotaan Gresik terjadi penurunan luas kawasan hijau berupa sawah, tambak dan lahan kering sebesar 1.106,73 ha (BPS, 2012)
 - ❑ Pertumbuhan jumlah industri skala sedang dan besar dari 242 unit menjadi 260 unit (BPS, 2008-2012)
-
- ❑ Tingkat emisi CO₂ di wilayah perkotaan Gresik lebih besar daripada wilayah kecamatan lain (Ghozali, 2013 dan BLH Kab. Gresik, 2010)
 - ❑ Emisi Gas CO₂ lebih tinggi dari emisi CH₄ terutama di wilayah perkotaan (BLH, 2012)
 - ❑ 50,37 % atau sekitar 1.34 juta ton/tahun dari total 2.657.660 ton/tahun gas CO₂ yang dihasilkan di seluruh wilayah Kabupaten Gresik (Ghozali, 2013)
 - ❑ Di wilayah perkotaan Kabupaten Gresik memiliki defisit lahan penyerap karbon sebesar 0,26 gha (Kecamatan Gresik), 0,36 gha (Kecamatan Manyar), 0,25 gha (Kecamatan Kebomas) dan 0,31 gha (Kecamatan Duduksampeyan) (Ghozali, 2013)



LATAR BELAKANG (5)

- ❑ Kemampuan lahan di wilayah perkotaan Kabupaten Gresik dalam mendukung aktivitas di atasnya pada aspek lahan penyerap karbon **sudah diluar batas kemampuannya**

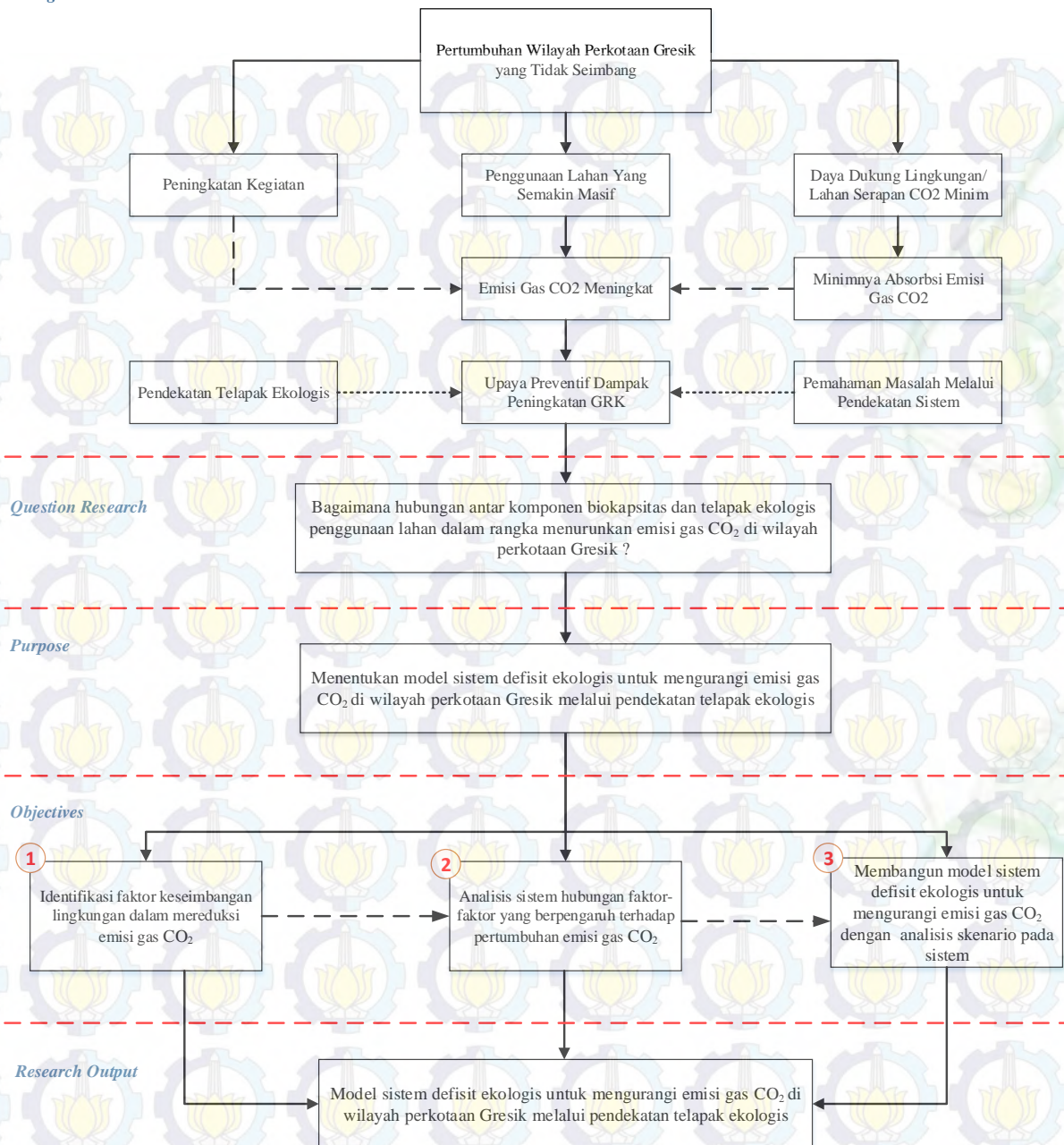


- ❑ Masalah tersebut seharusnya direspon bukan hanya pada kadar emisi gas CO₂ di atmosfer namun juga mengatur dampak yang tidak bisa dihindari (Wilson dan Piper, 2010)
- ❑ Pendekatan sistem dalam penanganan masalah peningkatan gas rumah kaca masih minim dilakukan

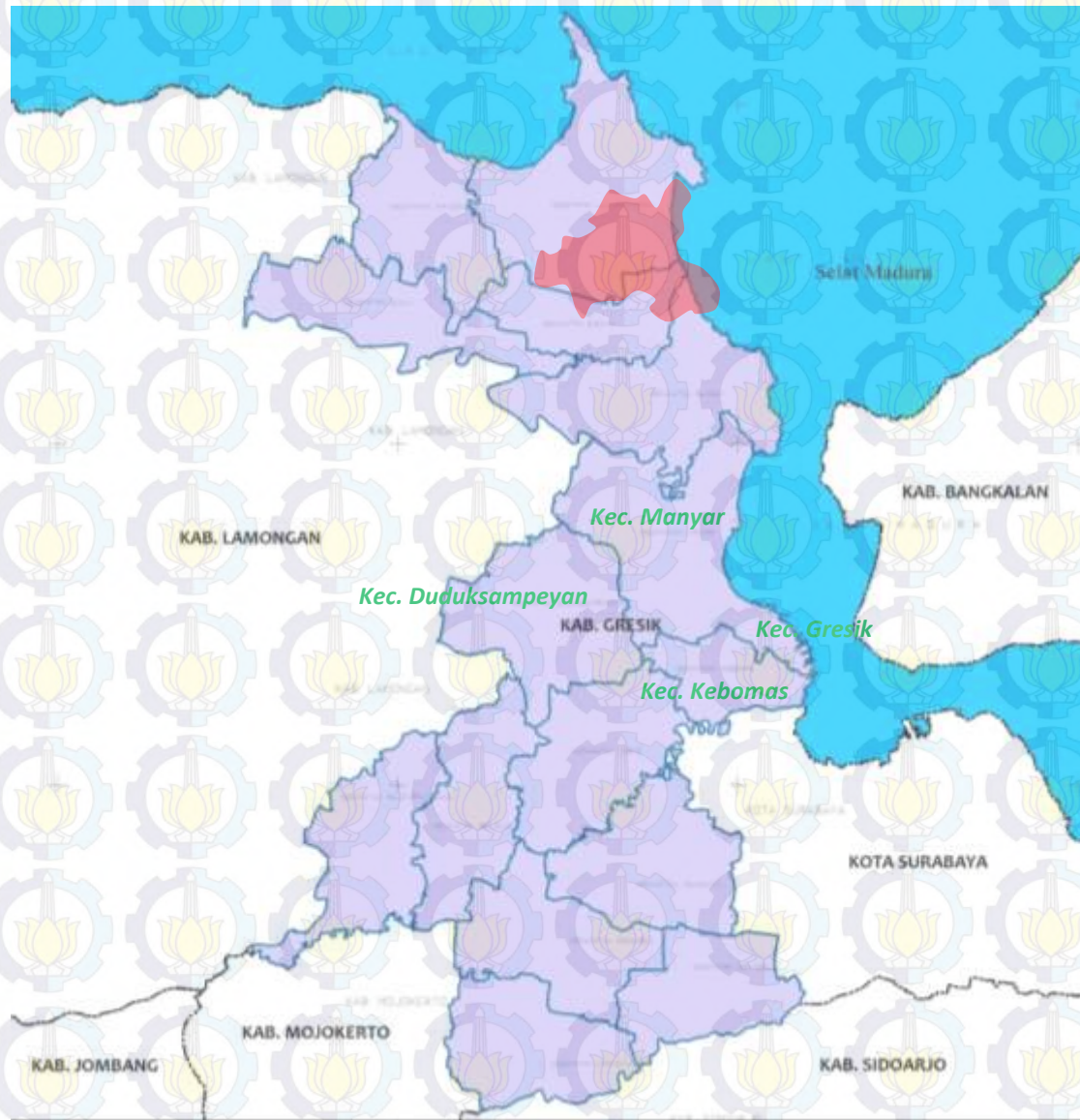


- ❑ Sebagai wilayah pertumbuhan industri dan aktivitas perekonomian yang tinggi, perlu dilakukan penelitian mengenai bentuk optimasi penggunaan lahan yang optimal untuk mengurangi emisi gas CO₂ di wilayah perkotaan Gresik melalui **pendekatan telapak ekologis dan pemahaman sistem.**





RUANG LINGKUP WILAYAH (2)





METODE PENELITIAN



TAHAPAN PENELITIAN



Purpose

Menentukan model sistem defisit ekologis untuk mengurangi emisi gas CO₂ di wilayah perkotaan Gresik melalui pendekatan telapak ekologis

Objectives

1. Identifikasi faktor keseimbangan emisi gas CO₂ di wilayah perkotaan Gresik berdasarkan pendekatan telapak ekologis
2. Analisis sistem hubungan antar masing-masing faktor keseimbangan emisi gas CO₂ di wilayah perkotaan Gresik
3. Membangun model sistem defisit ekologis untuk mengurangi emisi gas CO₂ dengan analisis skenario pada sistem

Methods

1. Analisis *In Depth Interview Stakeholders*
2. Analisis Konten
1. Permodelan sistem dinamik pada *software STELLA v9*
2. Uji validitas model
3. Uji Ekstrim
4. Uji Sensitivitas
1. Simulasi skenario pada model dalam *software STELLA v9*
2. Analisis deskriptif

Results

Faktor-faktor penyerap dan penghasil emisi gas CO₂

Sistem hubungan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan emisi gas CO₂

Model sistem defisit ekologis untuk mengurangi emisi gas CO₂ di wilayah perkotaan Gresik

VARIABEL PENELITIAN (1)



Faktor Keseimbangan Emisi gas CO ₂	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
Faktor Penghasil Emisi gas CO ₂ (Jejak karbon)	Produksi emisi gas CO ₂	Produksi emisi gas CO ₂ sektor industri	Total emisi gas CO ₂ dari sektor industri (ton CO ₂ /tahun)
		Produksi emisi gas CO ₂ sektor perumahan	Total emisi gas CO ₂ dari sektor perumahan (ton CO ₂ /tahun)
		Produksi emisi gas CO ₂ sektor transportasi	Total emisi gas CO ₂ dari sektor transportasi (ton CO ₂ /tahun)
	Kegiatan industri penghasil emisi gas CO ₂	Jumlah industri	Jumlah industri di Wilayah perkotaan Gresik (unit)
		Jenis industri	Industri yang bergerak pada bidang pengolahan logam, pupuk dan kimia dasar di wilayah perkotaan Gresik
		Kapasitas produksi industri	Daya produksi masing-masing industri untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi (ton terpasang)
		Jumlah penggunaan BBM industri	Faktor emisi gas CO ₂ hasil proses produksi industri secara keseluruhan terkait dengan pengolahan bahan baku, penggunaan bahan bakar dan penggunaan listrik (ton CO ₂ /ton produk)
		Jumlah penggunaan gas industri	Faktor emisi gas CO ₂ hasil proses produksi industri secara keseluruhan terkait dengan pengolahan bahan baku, penggunaan bahan bakar dan penggunaan listrik (ton CO ₂ /ton produk)
		Jumlah penggunaan listrik industri	Faktor emisi gas CO ₂ hasil proses produksi industri secara keseluruhan terkait dengan pengolahan bahan baku, penggunaan bahan bakar dan penggunaan listrik (ton CO ₂ /ton produk)
	Kegiatan Perumahan penghasil emisi gas CO ₂	Jumlah unit rumah	Jumlah unit rumah (unit)
		Jumlah penggunaan LPG rumah tangga	Jumlah penggunaan gas LPG untuk memasak tiap tahunnya (kg)
		Jumlah penggunaan minyak tanah rumah tangga	Jumlah penggunaan minyak tanah untuk memasak tiap tahunnya (liter)
		Jumlah penggunaan kayu bakar rumah tangga	Jumlah penggunaan kayu bakar untuk memasak tiap tahunnya (m3)
		Jumlah sampah rumah tangga yang dibakar	Jumlah sampah domestic yang dibakar tiap tahunnya (m3)
	Kegiatan Transportasi penghasil emisi gas CO ₂	Jumlah kendaraan	Jumlah penggunaan listrik (Kwh)
		Pertumbuhan jumlah kendaraan	Jumlah unit kendaraan per jenis kendaraan (unit)
		Jenis kendaraan	Jumlah laju kenaikan atau penurunan jumlah kendaraan tiap tahunnya (unit/th)
			Tipe kendaraan berdasarkan bahan bakar yang digunakan dan jumlah



VARIABEL PENELITIAN (2)



Faktor Keseimbangan Emisi gas CO ₂	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
			rodanya.
	Penggunaan lahan	Jumlah BBM yang digunakan kendaraan	Jumlah bensin/solar yang digunakan kendaraan setiap jenis kendaraan tiap tahunnya (liter)
		Luas lahan terbuka hijau (RTH)	Luas ruang terbuka hijau termasuk sawah, ladang, mangrove, hutan dan semak belukar namun bukan badan air dan budidaya perikanan (ha)
		Luas lahan terbangun	Luas lahan bangunan termasuk permukiman, industri, perdagangan dan jasa, fasilitas umum (ha)
		Luas lahan non terbangun	Luas lahan terbuka atau belum terbangun (ha)
		Luas wilayah	Luas lahan keseluruhan wilayah perkotaan gresik (ha)
		Perubahan penggunaan lahan hijau menjadi lahan terbangun	Laju perubahan lahan hijau menjadi terbangun (km ² /tahun)
		Pertumbuhan penduduk	Jumlah penduduk
	Angka migrasi		Jumlah penduduk yang pindah dari wilayah penelitian menuju wilayah lain tiap tahunnya (jiwa)
	Angka emigrasi		Jumlah penduduk yang pindah dari wilayah lain menuju wilayah penelitian tiap tahunnya (jiwa)
	Angka mortalitas		Jumlah penduduk yang meninggal tiap tahunnya (jiwa)
	Angka kelahiran	Angka kelahiran bayi di wilayah penelitian tiap tahunnya (jiwa)	
Faktor Penyerap Emisi gas CO ₂ (Biokapasitas)	Penggunaan lahan	Luas lahan terbuka hijau (RTH)	Luas ruang terbuka hijau termasuk sawah, ladang, mangrove, hutan dan semak belukar namun bukan badan air dan budidaya perikanan (ha)
		Luas lahan terbangun	Luas lahan bangunan termasuk permukiman, industri, perdagangan dan jasa, fasilitas umum (ha)
		Luas lahan non terbangun	Luas lahan terbuka atau belum terbangun (ha)
		Luas wilayah	Luas lahan keseluruhan wilayah perkotaan gresik (ha)
		Perubahan penggunaan lahan hijau menjadi lahan terbangun	Laju perubahan lahan hijau menjadi terbangun (km ² /tahun)
	Serapan emisi gas CO ₂	Jenis tutupan vegetasi	Prosentase luas tipe vegetasi semak dan pohon yang ditanam dalam satu area tertentu



PENGUMPULAN DATA PRIMER



No.	Data	Sumber Data	Teknik Pengambilan Data
1.	Faktor-Faktor yang mempengaruhi keseimbangan lingkungan emisi gas CO2	Informasi pendapat stakeholders	Wawancara <i>in depth</i> dari <i>interview</i>
2.	Tingkat konsumsi rata-rata energi rumah tangga di wilayah perkotaan Kabupaten Gresik	Penduduk sampel responden	Kuisisioner



PENGUMPULAN DATA SEKUNDER



No.	Data	Sumber Data	Instansi Penyedia
1	Jumlah kendaraan bermotor per jenis bahan bakar 5 tahun terakhir	Data statistik kendaraan Kabupaten Gresik	Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur UP. Kabupaten Gresik
2	Jumlah kendaraan bermotor per jenis kendaraan 5 tahun terakhir		
3	Jumlah penduduk 5 tahun terakhir	Kabupaten Gresik dalam Angka 2008-2013	Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Jawa Timur
4	Jumlah KK 5 tahun terakhir		
5	Jumlah angka kelahiran 5 tahun terakhir		
6	Jumlah angka kematian 5 tahun terakhir		
7	Jumlah angka migrasi 5 tahun terakhir		
8	Jumlah angka emigrasi 5 tahun terakhir		
9	Jumlah industri per jenis industri 5 tahun terakhir	Statistik data perindustrian Kabupaten Gresik dan Buku Status Lingkungan Hidup Daerah kabupaten Gresik	Dinas Perindustrian Kabupaten Gresik dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik
10	Jumlah kapasitas produksi per industri 5 tahun terakhir		
11	Jumlah penggunaan energi per jenis industri per jenis energi 5 tahun terakhir		
12	Jumlah sampah rumah tangga yang dibakar 5 tahun terakhir	Buku Status Lingkungan Hidup Daerah kabupaten Gresik	Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Gresik
13	Jumlah pemakaian energi listrik per jenis penggunaan 5 tahun terakhir	Statistik pemakaian listrik UP. Giri	PT. PLN Persero UP. Giri
14	Penggunaan lahan wilayah perkotaan Kabupaten Gresik 5 tahun terakhir		Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Gresik



PENGAMBILAN SAMPEL



- Pengambilan sampel untuk **mengetahui tingkat konsumsi rata-rata** penduduk terhadap sumber daya alam
- Teknik sampling yang digunakan adalah **metode *probability proportionate to size sampling*** atau lebih dikenal sebagai metode *proporsional random sampling*
- Pengambilan sampling dilakukan sesuai proporsi jumlah rumah tangga

Kecamatan	Jumlah KK	Sampel Responden*
Duduksampeyan	10.191	14
Kebomas	24.876	32
Gresik	15.708	21
Manyar	25.474	33
Total	76.976	100



STAKEHOLDERS



No	Komponen	Stakeholders	Fungsi/Pengaruh
1	Pemerintah	Badan Perencanaan dan Pembangunan Kab. Gresik	Mengetahui perubahan dan memiliki kebijakan pembangunan Kab. Gresik
		Badan Lingkungan Hidup Kab. Gresik	Mengetahui sumber-sumber emisi gas CO2 dan melakukan analisis emisi gas CO2 setiap tahunnya dalam SLHD
		Dinas Perindustrian Kab. Gresik	Mengetahui kondisi perindustrian Kab. Gresik
		Dinas Perhubungan Kab. Gresik	Mengetahui kondisi kendaraan dan lalu lintas di Kab. Gresik
		Dinas PU Bidang Cipta Karya Kab. Gresik	Mengetahui kondisi pertumbuhan permukiman di Kab. Gresik
2	Akademisi	Ahli Lingkungan	Memiliki kompetensi dalam pengamatan dan analisis lingkungan terutama seputar emisi gas CO2
		Ahli Perencanaan Wilayah dan Kota	Memiliki kompetensi dalam pengamatan dan analisis perubahan perkotaan dan hubungannya dengan pemanasan global.





ANALISA DAN PEMBAHASAN

Sasaran 1



TAHAPAN CONTENT ANALYSIS

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan dan Pengendali emisi CO₂

Prediksi Data

Klasifikasi data berdasarkan Kode

Menentukan Kode

Indikator 1	Sumber Teks	Keterangan
Variabel
Indikator 2	...	Sumber Teks	Keterangan
Variabel

Kode: "Tx.y"

- Tx = urutan transkrip wawancara pada lampiran
- y = urutan kutipan kalimat/teks dalam transkrip



ANALISIS FAKTOR KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DALAM MEREDUKSI EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Faktor	Koding	Keterangan
Indikator Produksi Emisi Gas CO₂		
Produksi emisi gas CO₂ sektor industri	T1.114, T2.2, T2.7, T3.10, T3.83, T4.132	Terkonfirmasi
Produksi emisi gas CO₂ sektor perumahan	T1.114, T3.83, T4.132	Terkonfirmasi
Produksi emisi gas CO₂ sektor transportasi	T1.75, T2.12, T3.81, T3.83, T4.59, T4.60,	Terkonfirmasi
Indikator Kegiatan industri penghasil emisi gas CO₂		
Jumlah industri	T1.35, T1.77, T2.2, T2.3, T3.87,	Terkonfirmasi
Jenis industri	T3.18, T3.19, T3.20, T3.25, T3.36, T3.38, T3.87, T3.93, T3.95, T4.10,	Terkonfirmasi
Jenis Industri Semen	T1.86, T1.87, T1.88, T3.44, T3.109,	Baru
Jenis Industri Pupuk	T2.2, T2.20, T3.44, T4.20,	Baru
Jenis Industri Logam dan Bijih Besi	T1.40, T1.51, T1.59, T1.67, T1.78, T2.22, T3.113, T4.11, T4.14, T4.18, T4.19	Baru
Jenis Industri Kimia	T3.26, T3.27, T3.96, T3.113 T4.11, T4.15, T4.18, T4.19	Baru
Jenis industri kertas	T1.48, T1.67, T4.13,	Baru
Jenis industri kayu	T1.56, T1.59, T1.60, T1.62, T1.84,	Baru
Kapasitas produksi industri	T3.49, T3.87, T3.97, T3.107, T3.108, T3.109, T3.110, T3.111, T3.114, T3.130, T4.16, T4.27, T4.28, T4.29, T4.30,	Terkonfirmasi
Jumlah penggunaan BBM industri	T1.36, T1.54, T1.55, T2.25, T3.8, T3.9, T3.13, T3.14, T3.48, T3.78, T3.79, T3.87, T3.97, T3.104, T3.106, T3.129, T4.3, T4.4, T4.9, T4.17, T4.21, T4.23	Terkonfirmasi
Jumlah penggunaan Gas industri	T1.38, T1.44, T1.80, T1.83, T2.22, T3.14, T4.7, T4.9, T4.23	Terkonfirmasi
Jumlah penggunaan listrik industri	T1.38, T1.64, T1.65, T1.68, T1.85, T2.25, T3.33, T3.87	Terkonfirmasi
Jumlah penggunaan batu bara	T1.38, T1.39, T1.41, T1.42, T1.46, T1.50, T1.51, T1.57, T1.85, T2.20, T2.21, T2.22, T2.24, T3.9, T3.14, T3.48, T4.9, T4.23	Baru
Jumlah penggunaan kayu bakar industri	T1.57, T1.58, T3.14, T4.6, T4.9, T4.23,	Baru



ANALISIS FAKTOR KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DALAM MEREDUKSI EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Indikator Kegiatan Perumahan penghasil emisi gas CO ₂		
Jumlah unit rumah	T1.99	Tidak Terkonfirmasi
Jumlah rumah tangga	T3.231, T4.35, T4.37, T4.38, T4.43, T4.127, T4.129, T4.143, T4.146,	Terkonfirmasi
Jumlah penggunaan LPG rumah tangga	T1.93, T1.100, T2.10, T2.31, T2.34, T3.52, T3.53, T3.55, T3.60, T3.77, T3.88, T3.120, T3.125, T4.36, T4.37, T4.41, T4.52, T4.144, T4.145,	Terkonfirmasi
Jumlah penggunaan minyak tanah rumah tangga	T1.93, T1.94, T1.100, T2.11, T2.15, T2.16, T2.19, T2.30, T3.60, T3.77, T3.88, T3.120, T3.125, T4.35, T4.37, T4.38, T4.40, T4.41, T4.42, T4.52,	Terkonfirmasi
Jumlah penggunaan kayu bakar rumah tangga	T3.88	Tidak Terkonfirmasi
Jumlah pemakaian energy listrik rumah tangga	T1.97, T1.98, T1.100, T3.61, T3.78, T3.88, T4.33,	Terkonfirmasi
Septictank / limbah padat rumah tangga	T3.56, T3.58, T3.70, T3.71, T3.72, T3.74, T3.75, T3.76	Baru → Diabaikan karena proses biologis
Timbunan sampah rumah tangga	T3.67, T3.69, T3.70, T3.73, T3.74, T3.75, T3.76	Baru → Diabaikan karena proses biologis
Pembakaran sampah rumah tangga	T3.68, T3.88, T3.89, T3.90, T4.44, T4.45, T4.47, T4.48, T4.49, T4.50, T4.56,	Baru
Jumlah penggunaan gas alam rumah tangga	T1.93, T1.96, T1.100, T2.31, T2.32, T3.127	Baru
Pembakaran semak	T1.104, T1.105, T1.125, T2.58, T2.59, T2.60,	Baru



ANALISIS FAKTOR KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DALAM MEREDUKSI EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Sampah dan Limbah Padat Rumah Tangga menghasilkan emisi CH₄ dan CO₂ :

CH₄ keluar, CO₂ keluar juga, tapi CO₂ boleh diabaikan, boleh lah (T3.58). Karena sangat kecil jadi didrop saja. Bukan hanya dibakar (sampah) (T3.68). Bisa dibakar, ketika ditumpuk aja itu kan keluar gas metan sama CO₂ (T3.69)

Meskipun demikian bisa terabaikan karena emisi bukan terkait proses biologis :

Ya pasti lebih besar CH₄ itu sama dengan septictank tadi (T3.70). Kalau kita bicara emisi CO₂, emisi CO₂ itu juga termasuk aktivitas biologi, misal septitenk itu (T3.71). Septictank itu kan ada proses aerobik (T3.72). Sampah ada proses fermentasi (T3.73). Nah karena proses fermentasi yang dikeluarkan oleh mikroorganismenya itu proses biologi maka tidak dianggap sebagai emisi (T3.74).



ANALISIS FAKTOR KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DALAM MEREDUKSI EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Indikator Kegiatan Transportasi penghasil emisi gas CO ₂		
Jumlah kendaraan Sepeda Motor	T1.109, T1.111, T2.80, T3.91, T3.98, T3.100, T4.58, T4.73, T4.74,	Terkonfirmasi
Jumlah Kendaraan Roda 4	T1.111, T2.80, T3.91, T4.58, T4.68, T4.73, T4.74	Terkonfirmasi
Jumlah Kendaraan roda > 4	T1.74, T1.77, T1.78, T1.79, T1.110, T1.111, T1.112, T3.91, T3.92, T4.68, T4.73, T4.74	Terkonfirmasi
Pertumbuhan Jumlah Kendaraan	T2.35, T2.36	Terkonfirmasi
Jumlah BBM yang digunakan kendaraan	T2.14, T2.86, T3.82, T3.103, T3.104, T3.106, T3.124, T3.128,	Terkonfirmasi
Indikator Pertumbuhan Penduduk		
Jumlah penduduk	-	Tidak Terkonfirmasi
Pertumbuhan penduduk	T1.92, T1.99, T2.62, T3.230, T3.231, T4.140, T4.147, T4.148,	Baru
Angka migrasi	T5.108, T5.109, T5.110, T5.122, T5.124, T5.135,	Tidak Terkonfirmasi
Angka emigrasi	-	Tidak Terkonfirmasi
Angka mortalitas	-	Tidak Terkonfirmasi
Angka kelahiran	-	Tidak Terkonfirmasi
Jumlah tenaga kerja	T5.111, T5.112, T5.117, T5.130, T5.131, T5.134,	Baru



ANALISIS FAKTOR KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DALAM MEREDUKSI EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Indikator Penggunaan Lahan		
Luas lahan sawah	-	Tidak Terkonfirmasi
Luas lahan tambak	-	Tidak Terkonfirmasi
Luas lahan RTH	T1.117, T1.119, T1.120, T1.129, T2.43, T2.54, T2.56, T2.57, T2.70, T3.177, T3.212, T3.214, T3.215, T3.217, T4.98, T4.114, T4.115, T4.118, T4.121, T4.122	Terkonfirmasi
Luas lahan terbangun	T1.113, T1.121, T2.40, T2.42, T2.46, T3.155, T3.231, T4.121, T4.121, T4.122,	Terkonfirmasi
Luas wilayah perkotaan gresik	T2.67	Tidak Terkonfirmasi
Perubahan penggunaan lahan hijau menjadi lahan terbangun	T1.121, T2.40, T2.42, T2.46, T3.155	Terkonfirmasi
Indikator Serapan Emisi Gas CO₂		
Jenis tutupan vegetasi	T1.123, T1.127, T3.144, T3.145, T3.159, T3.160, T3.161, T3.162, T3.163, T3.164, T3.165, T3.168, T3.171, T3.187, T4.112, T4.116, T4.117, T4.133, T4.134, T4.136,	Terkonfirmasi
Daya serap CO₂ rata-rata ruang terbuka hijau	T3.166, T3.169, T3.171	Terkonfirmasi
Indikator Kebijakan Pemerintah		
Adanya kebijakan pemerintah untuk mengurangi emisi gas CO₂	T1.130, T2.48	Terkonfirmasi
Pengawasan RTH	T2.41, T2.45, T2.46, T2.49, T2.50, T2.51, T2.52, T2.53, T2.65, T2.71, T2.75, T2.78,	Baru
Kebijakan pembatasan kendaraan pribadi	T1.132, T2.80,	Baru
Konversi minyak tanah ke LPG	T1.95, T1.102,	Baru



ANALISIS FAKTOR KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DALAM MEREDUKSI EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Faktor Emisi Dalam Perhitungan	
Faktor emisi produksi masing-masing industri	T3.96, T3.109, T3.110, T3.111, T3.113, T3.115, T3.130, T3.131, Baru T3.136, T3.137, T3.140
Faktor emisi kendaraan	T3.99, T3.100, T3.101, T3.136, T3.140 Baru
Faktor emisi jenis bahan bakar	T3.116, T3.117, T3.118, T3.120, T3.122, T3.123, T3.136, T3.137, Baru T3.140, T4.8, T4.37, T4.42,
Faktor Dispersi emisi CO₂ (embient lingkungan)	T3.176, T3.177, T3.178, T3.179, T3.180, T3.181, T3.182, T3.189, Baru T3.191, T3.193, T3.194, T3.195, T3.196, T3.199, T3.200, T3.203, T3.208, T3.219, T3.220, T3.222, T3.223,

Faktor emisi produksi merupakan jumlah total emisi suatu industri untuk menghasilkan satu satuan produk. Pada umumnya satuannya ton CO₂ per ton produk. Ini mencakup emisi dari penggunaan energi dan emisi yang berasal dari pengolahan bahan baku (Ahli lingkungan).



ANALISIS FAKTOR KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DALAM MEREDUKSI EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Faktor Produksi Emisi Gas CO ₂	Faktor Penyerap / Mitigasi Emisi Gas CO ₂
Kegiatan Industri	Serapan Alami Emisi Gas CO₂
Produksi emisi gas CO ₂ sektor industry	Luas Lahan RTH
Jumlah industri	Jenis tutupan vegetasi
Jenis Industri Pupuk	Daya serap CO ₂ rata-rata ruang terbuka hijau
Jenis Industri Logam dan Bijih Besi	Kebijakan Pemerintah
Jenis Industri Kimia	Adanya kebijakan pemerintah untuk mengurangi emisi gas CO ₂
Jenis industri kertas	Pengawasan RTH
Kapasitas produksi industri	Kebijakan pembatasan kendaraan pribadi
Jumlah penggunaan BBM industri	Konversi minyak tanah ke LPG
Jumlah penggunaan Gas industri	
Jumlah penggunaan listrik industri	
Jumlah penggunaan batu bara	



ANALISIS FAKTOR KESEIMBANGAN LINGKUNGAN DALAM MEREDUKSI EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Faktor Produksi Emisi Gas CO ₂	Faktor Penyerap / Mitigasi Emisi Gas CO ₂
Jumlah penggunaan kayu bakar industri	
Luas lahan terbangun	
Perubahan penggunaan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun	
Kegiatan Perumahan	
Jumlah rumah tangga (KK)	
Jumlah penggunaan LPG rumah tangga	
Jumlah penggunaan minyak tanah rumah tangga	
Jumlah penggunaan kayu bakar rumah tangga	
Jumlah pemakaian energi listrik rumah tangga	
Pembakaran sampah rumah tangga	
Pertumbuhan penduduk	
Luas lahan terbangun	
Perubahan penggunaan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun	
Kegiatan Transportasi	
Jumlah kendaraan Sepeda Motor	
Jumlah Kendaraan Roda 4	
Jumlah Kendaraan roda > 4	
Pertumbuhan Jumlah Kendaraan	
Jumlah BBM yang digunakan kendaraan	

Sumber : Hasil Analisa, 2014





ANALISA DAN PEMBAHASAN

Sasaran 2

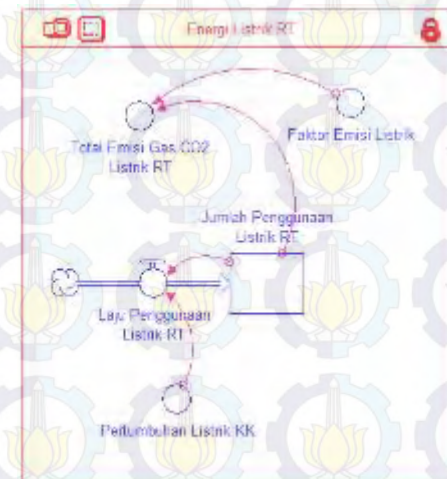
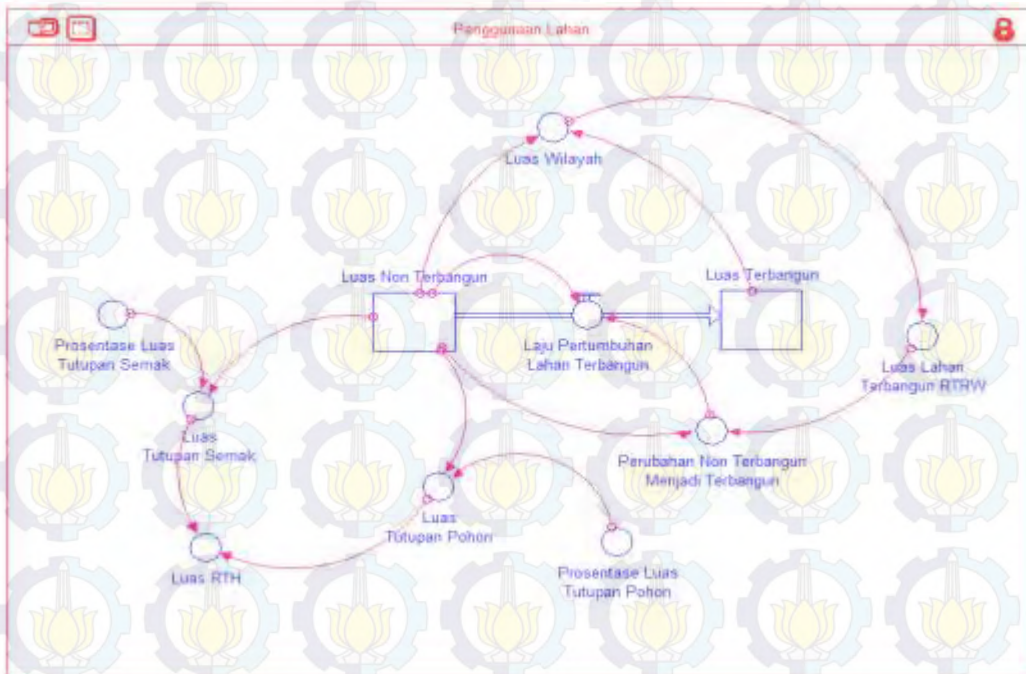
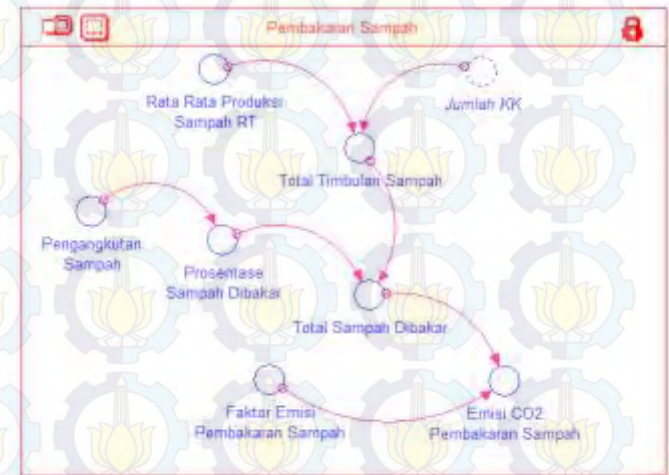
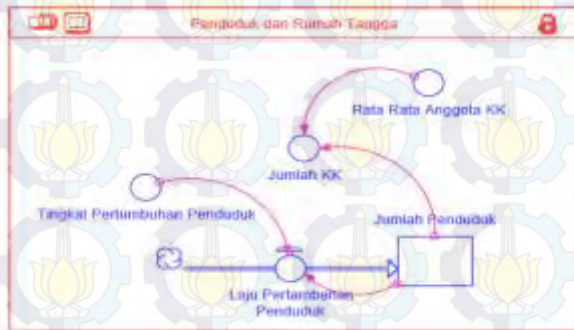


Model Causal Loop Diagram



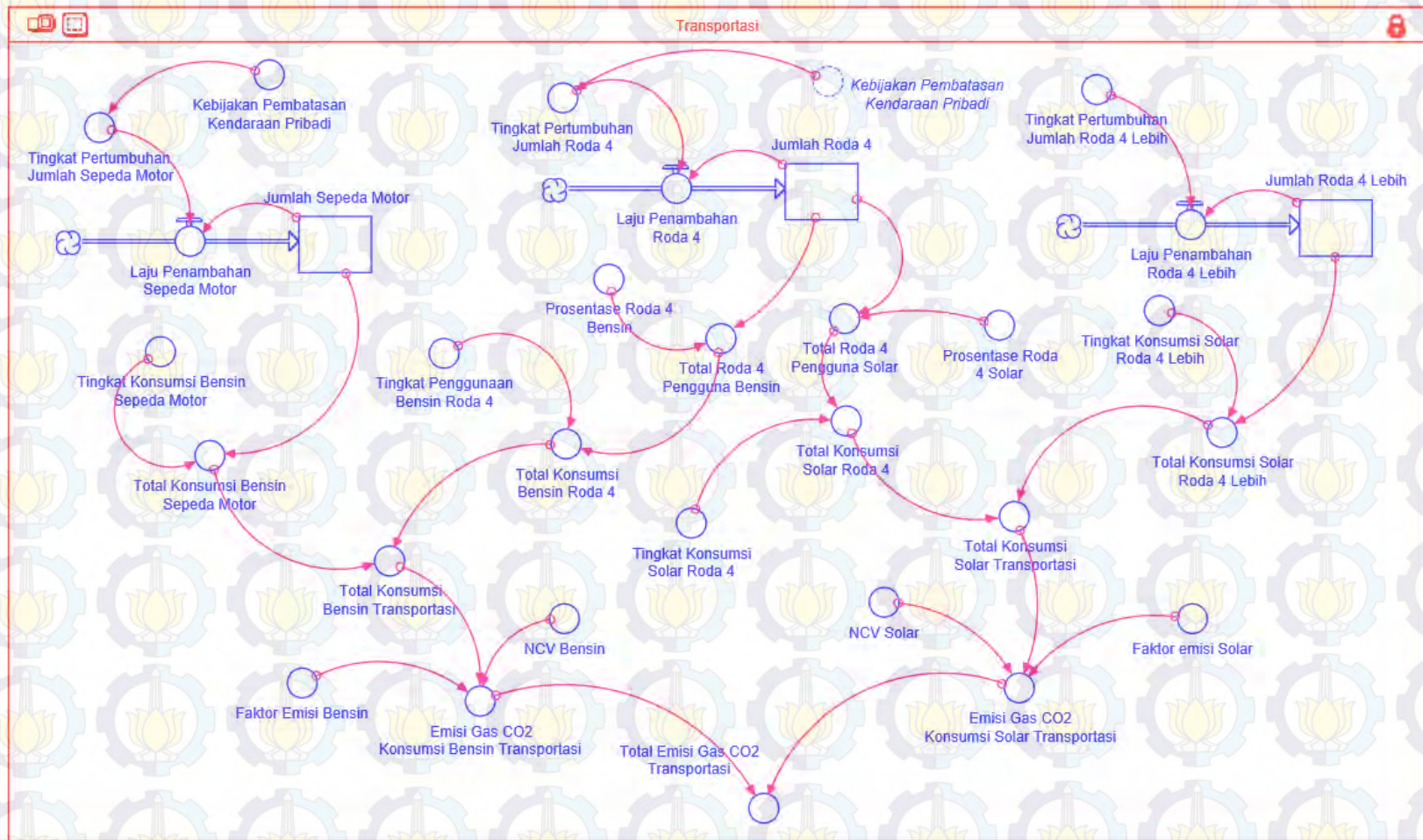
ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Stock And Flow Diagram Dalam Sistem (1)



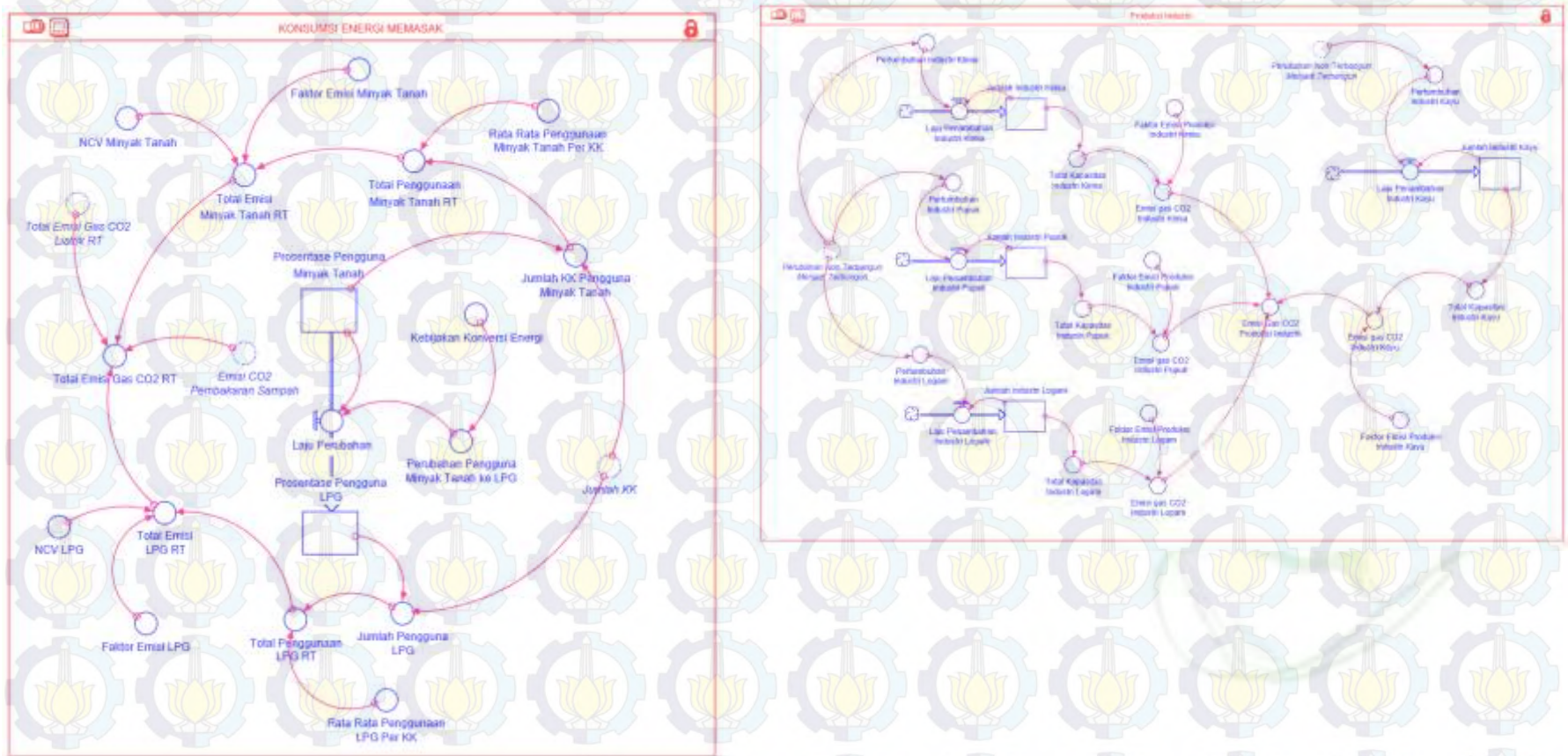
ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Stock And Flow Diagram Dalam Sistem



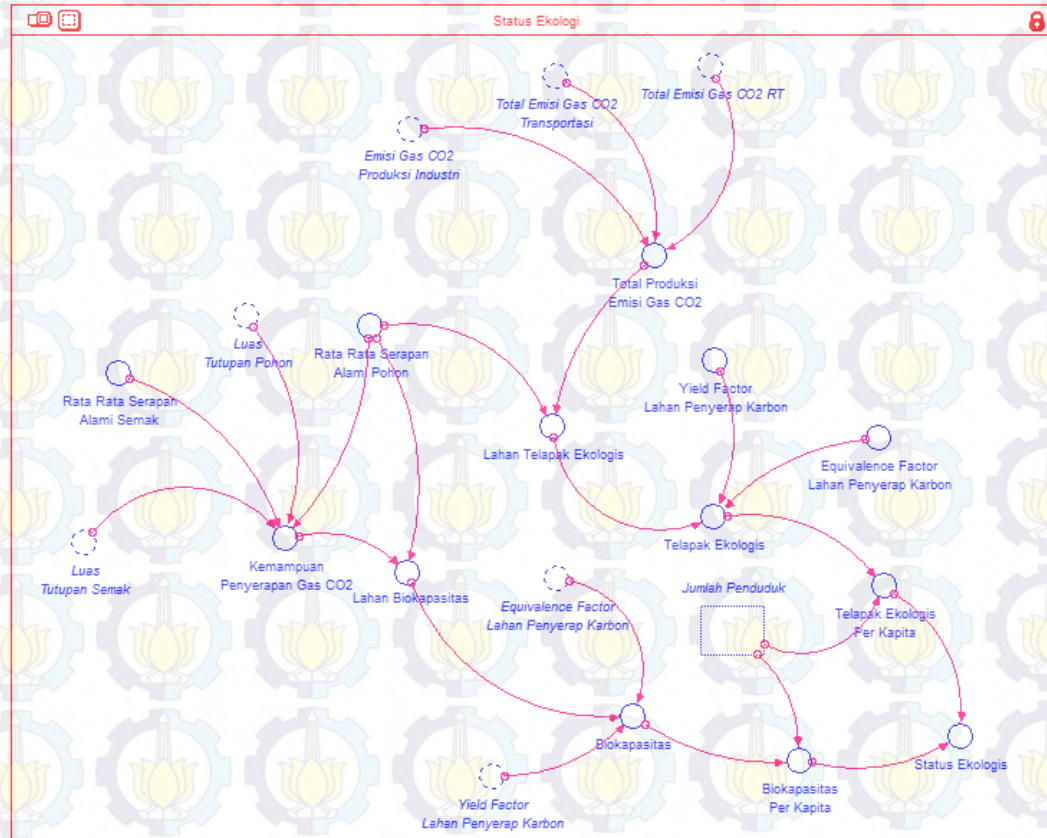
ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Stock And Flow Diagram Dalam Sistem



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN Masing-Masing FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

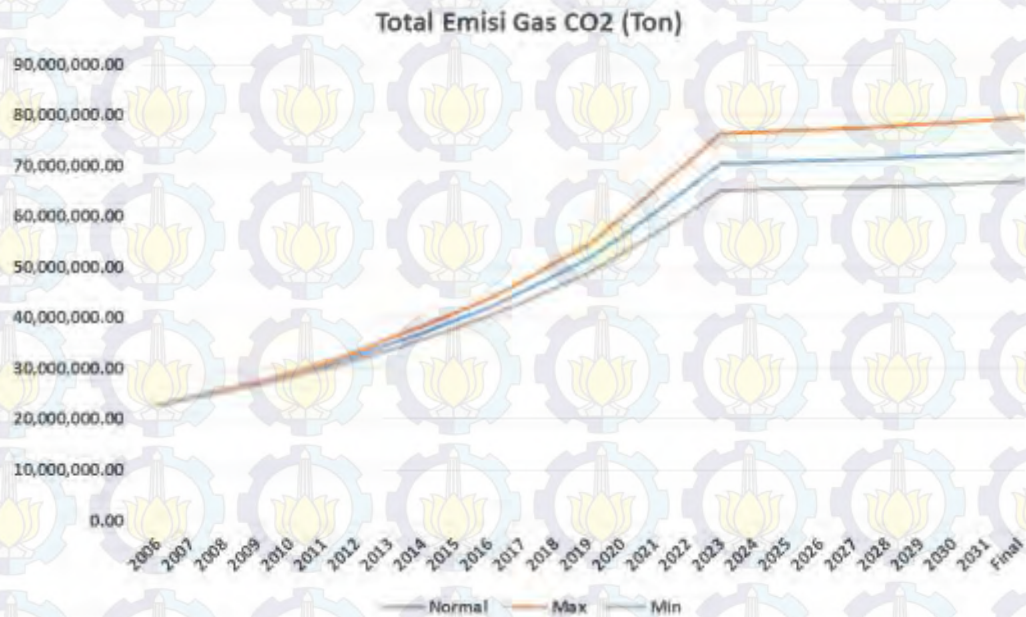
Stock And Flow Diagram Dalam Sistem



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Uji Ekstrim Pada Model

Jenis	Pertumbuhan penduduk	Pertumbuhan Kendaraan Bermotor			Pertumbuhan Industri		
		Roda 4	Roda Lebih 4	Sepeda Motor	Kimia	Pupuk	Logam
Normal	0.015	0.11	0.11	0.1175	0.084	0.236	0.135
Max	0.0165	0.121	0.121	0.13	0.0924	0.2596	0.1485
Min	0.0135	0.099	0.099	0.11	0.0756	0.2124	0.1215



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Uji Perilaku Model

validasi model dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai pada data aktual dengan rata-rata nilai pada data hasil simulasi untuk menemukan rata-rata error yang terjadi.

Tahun	Jumlah Sepeda Motor(unit)			Jumlah Kendaraan Roda4 (Unit)			Jumlah Kendaraan Roda 4 Lebih (Unit)		
	Data	Hasil Simulasi	Validasi	Data	Hasil Simulasi	Validasi	Data	Hasil Simulasi	Validasi
2006	9,708	9,708	0.00	84,238	84,238	0.00	5,220	5,220	0.00
2007	10,768	10,776	0.00	94,199	94,136	0.00	5,793	5,794	0.00
2008	11,943	11,961	0.00	105,337	105,197	0.00	6,428	6,432	0.00
2009	13,247	13,277	0.00	117,792	117,558	0.00	6,428	7,139	0.11
2010	14,419	14,737	0.02	142,626	131,371	0.08	7,393	7,924	0.07
2011	15,776	16,359	0.04	155,194	146,807	0.05	7,987	8,796	0.10
2012	17,619	18,158	0.03	168,385	164,056	0.03	8,796	9,764	0.11
2013	20,036	20,155	0.01	183,375	183,333	0.00	9,736	10,838	0.11
		Rata-Rata Error	0.01		Rata-Rata Error	0.02		Rata-Rata Error	0.07



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

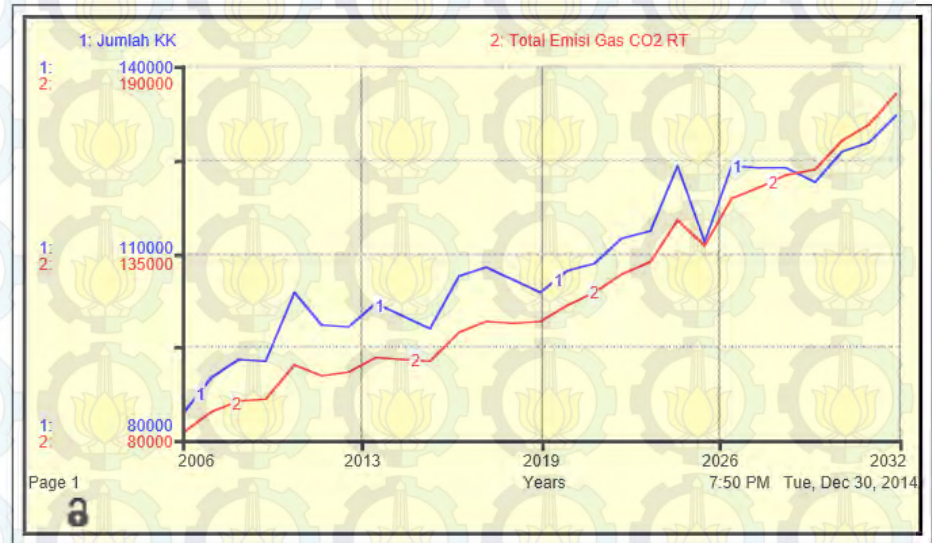
Uji Perilaku Model

Tahun	Jumlah Penduduk			JumlahKK			Rata-Rata Anggota KK		
	Data	Hasil Simulasi	Validasi	Data	Hasil Simulasi	Validasi	Data	Hasil Simulasi	Validasi
2006	324,927	324,927	0.00	78,932	76,745	0.03	4.12	4.23	0.03
2007	314,439	329,801	0.05	74,573	81,928	0.10	4.22	4.03	0.04
2008	316,122	334,748	0.06	80,585	84,620	0.05	3.92	3.96	0.01
2009	332,555	339,769	0.02	82,512	84,360	0.02	4.03	4.03	0.00
2010	338,323	344,866	0.02	85,425	94,380	0.10	3.96	3.65	0.08
2011	343,786	350,039	0.02	85,947	89,685	0.04	4.00	3.9	0.03
2012	355,226	355,289	0.00	94,562	89,381	0.05	3.76	3.97	0.06
	Rata-Rata Error		0.02	Rata-Rata Error		0.06	Rata-Rata Error		0.03



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Simulasi Model Sub-Sub Model Rumah Tangga

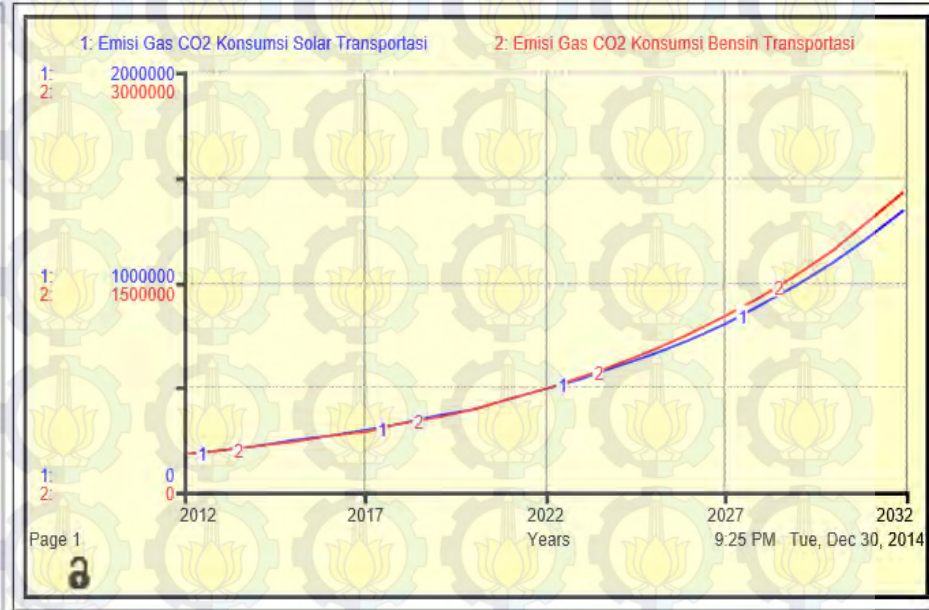
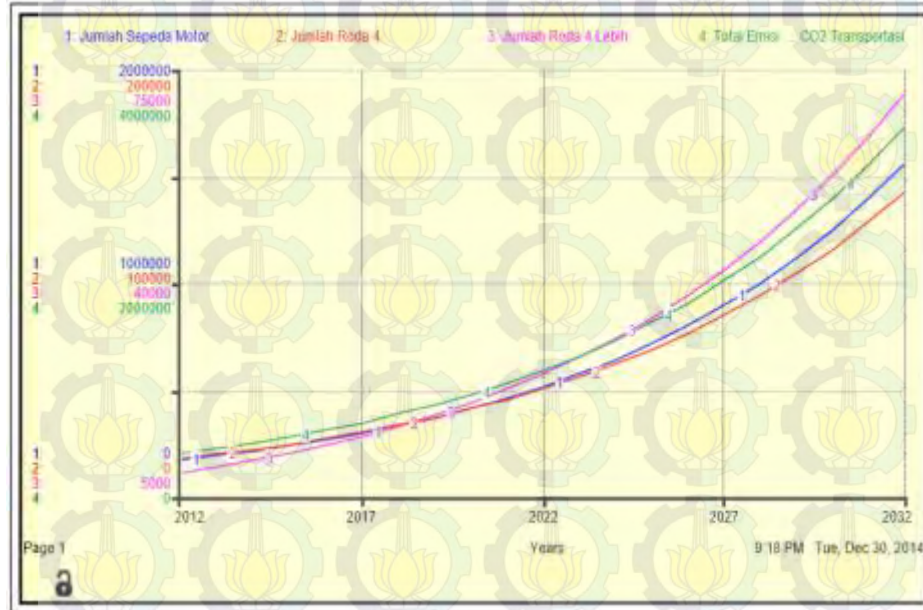


Jenis Kegiatan	2014	%	2031	%
Penggunaan gas LPG	38.854.09	42.9	46.799.98	34.33
Penggunaan minyak tanah	40.379.16	44.6	48.636.94	35.68
Penggunaan energi listrik	11.207.98	12.3	40.873.04	29.98
Pembakaran sampah	0.07	0.00	0.09	0.00
Total Kegiatan Perumahan	90.441.30		136.310.04	



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Simulasi Model Sub Model Transportasi

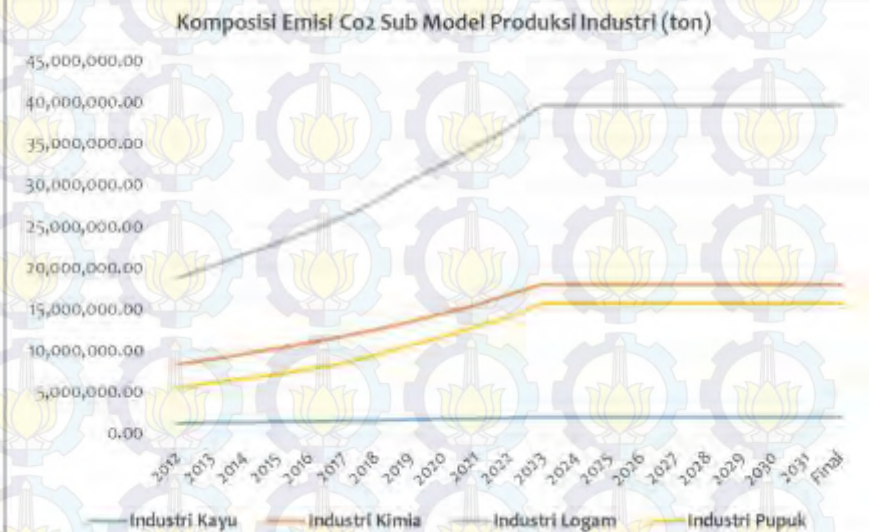
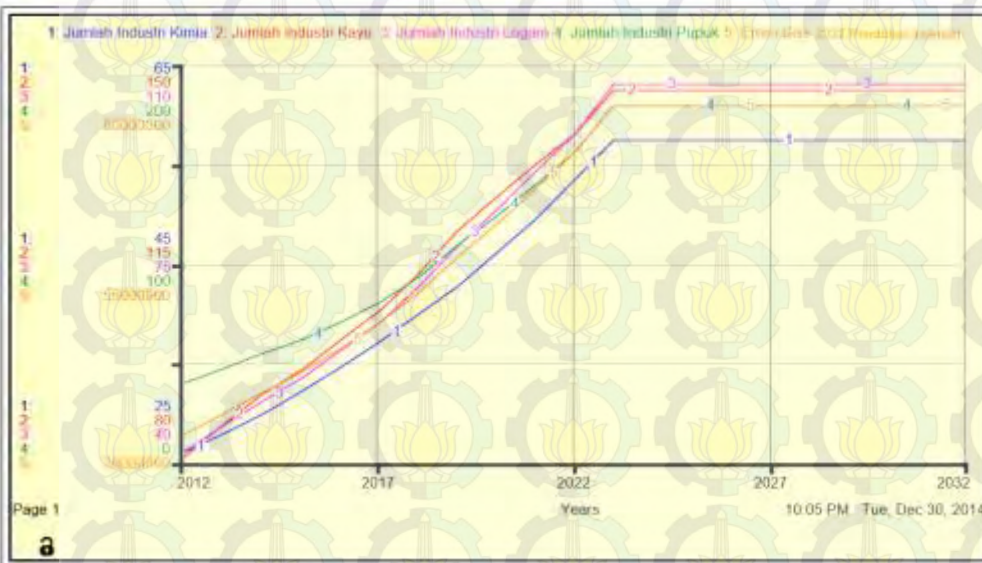


Jenis Kegiatan	2014	%	2031	%
Penggunaan bensin kendaraan roda 2	293.865.34	59.2	1.904.675.33	61.4
Penggunaan solar kendaraan roda 4	92.510.72	18.6	545.359.26	17.6
Penggunaan solar kendaraan roda 4 lebih	110.441.14	22.2	650.883.94	20.9
Total kegiatan transportasi	496.787.20		3.100.918.53	



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

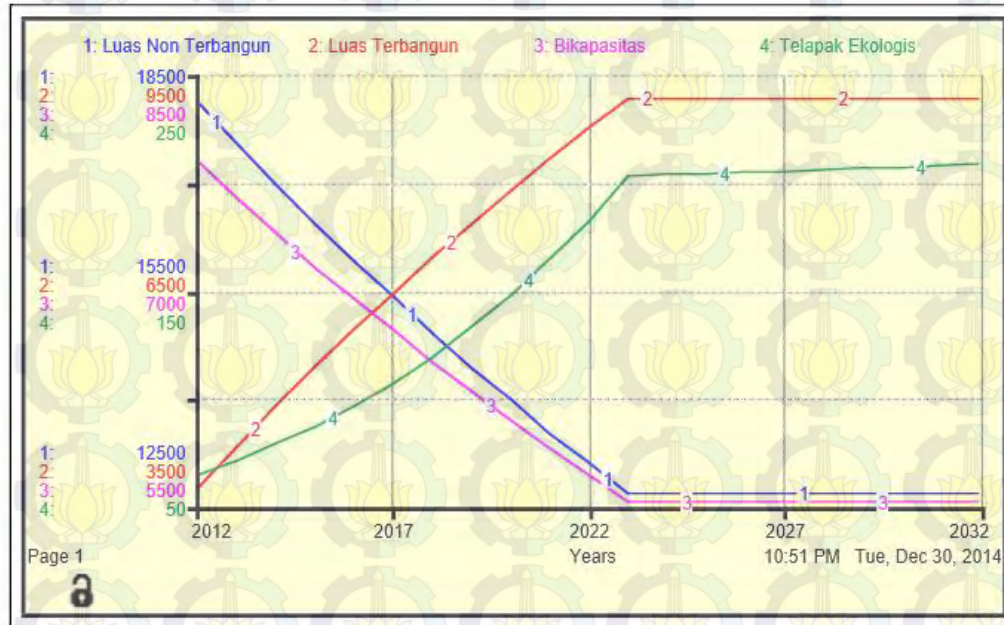
Simulasi Model Sub Model Produksi Industri



Jenis Kegiatan	2014	%	2031	%
Kegiatan industri kayu	1.270.717.26	3.2	1.881.058.88	2.5
Kegiatan industri pupuk	6.521.881.59	16.8	15.623.037.22	20.9
Kegiatan industri kimia	9.454.172.96	24.4	17.845.734.58	23.8
Kegiatan industri logam	21.567.423.99	55.6	39.538.664.47	52.8
Total kegiatan industri	38.814.195.80		74.888.495.15	

ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Simulasi Model Sub Model Penggunaan Lahan

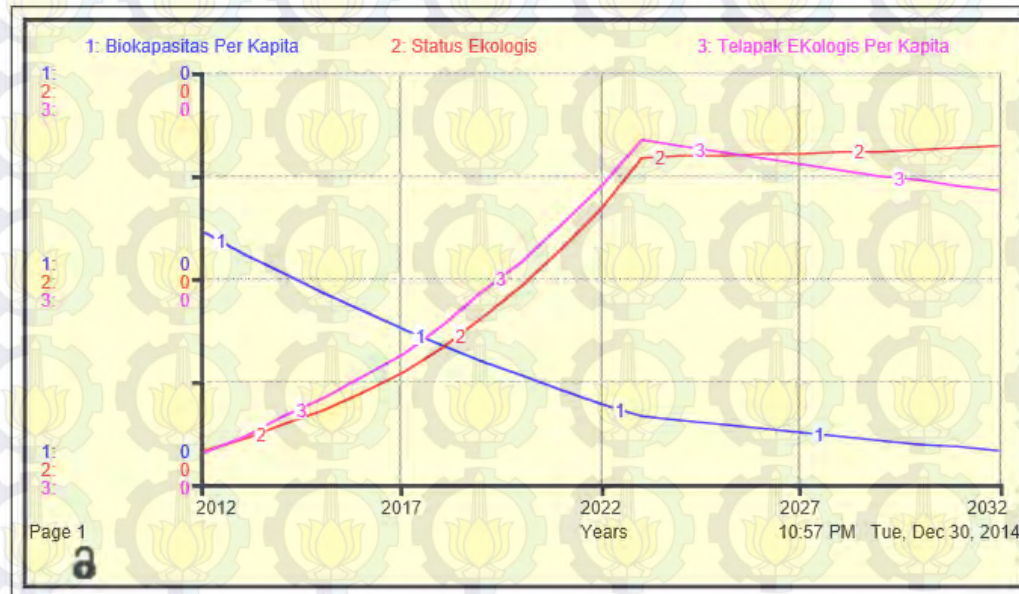


- Akibat adanya alokasi ruang untuk kegiatan lahan terbangun dalam RTRW sebesar 49% maka hasil simulasi menunjukkan wilayah perkotaan Gresik akan memenuhi alokasi tersebut pada tahun 2023.
- Pada tahun 2014 diperkirakan penggunaan lahan di wilayah perkotaan Gresik 4.858.75 ha lahan terbangun dan 16.939.18 ha lahan non terbangun.



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

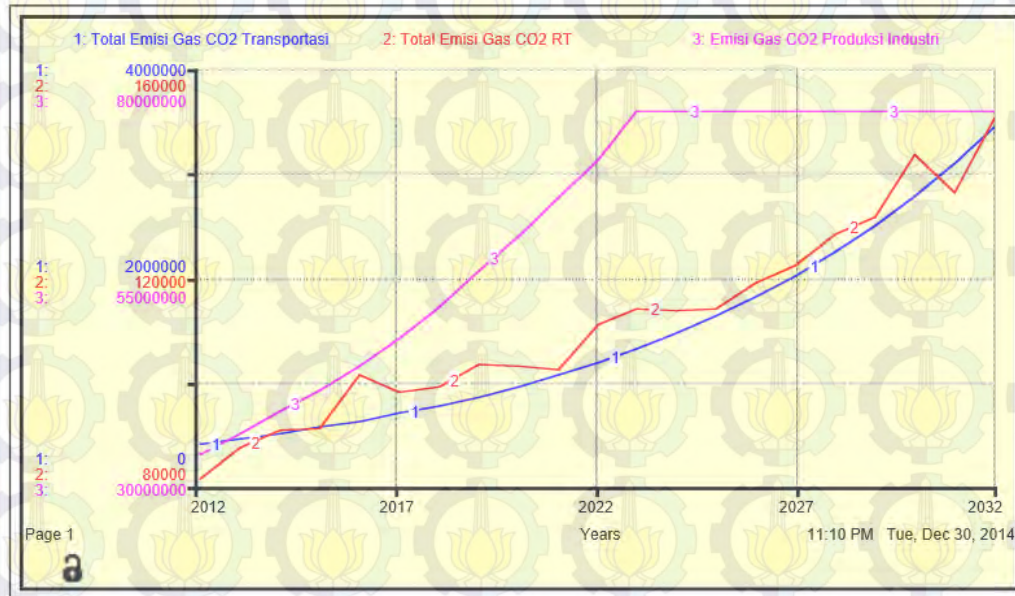
Simulasi Model Sub Model Status Ekologis



Jenis	2014	2031
Penyerapan Emisi Gas CO ₂ (ton)	635.769.96	474.436.64
Biokapasitas per kapita (gha/jiwa)	0.0039	0.0023
Produksi emisi gas CO ₂ (ton)	39.401.424.31	78.125.723.73
Telapak ekologis per kapita (gha/jiwa)	0.24	0.37
Status ekologis	0.24	0.37

ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Simulasi Model Sub Model Status Ekologis



Jenis Kegiatan	2014	%	2032	%
Kegiatan industri	38.814.195.80	98.5	74.888.495.15	95.8
Kegiatan transportasi	496.787.20	1.26	3.100.918.53	3.97
Kegiatan perumahan	90.441.30	0.22	136.310.04	0.17
Total produksi emisi	39.401.424.31		78.125.723.72	



ANALISIS SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Uji Sensitifitas

- Hasil Simulasi menunjukkan beberapa variabel yang dominan dalam masing-masing sub model.
- Uji sensitifitas dilakukan untuk melihat seberapa besar perubahan sistem pada saat terjadi perubahan pada variabel yang diuji untuk pertimbangan skenario penurunan emisi gas CO₂

Keterangan	Rasio Emisi Gas CO ₂	Indeks Sensitivitas (%)
Kondisi Normal	165.44	-
Jumlah RT Pengguna Minyak Tanah	165.36	0.05
Jumlah Kendaraan Pribadi	164.35	0.76
Jumlah Industri Kimia	163.97	0.89
Jumlah Industri Pupuk	162.97	1.49
Jumlah Industri Logam	161.38	2.45
Luas Non Terbangun	138.52	16.27





3

ANALISA DAN PEMBAHASAN

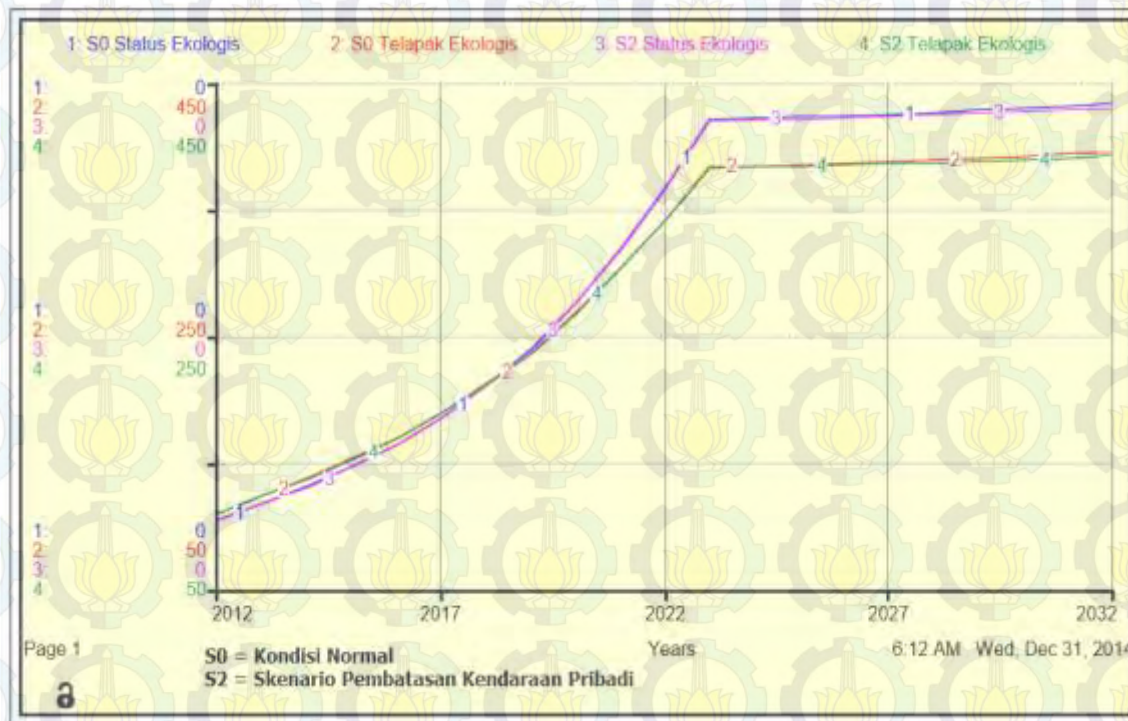
Sasaran 3



ANALISIS SKENARIO PADA SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Skenario Pembatasan Kendaraan Pribadi

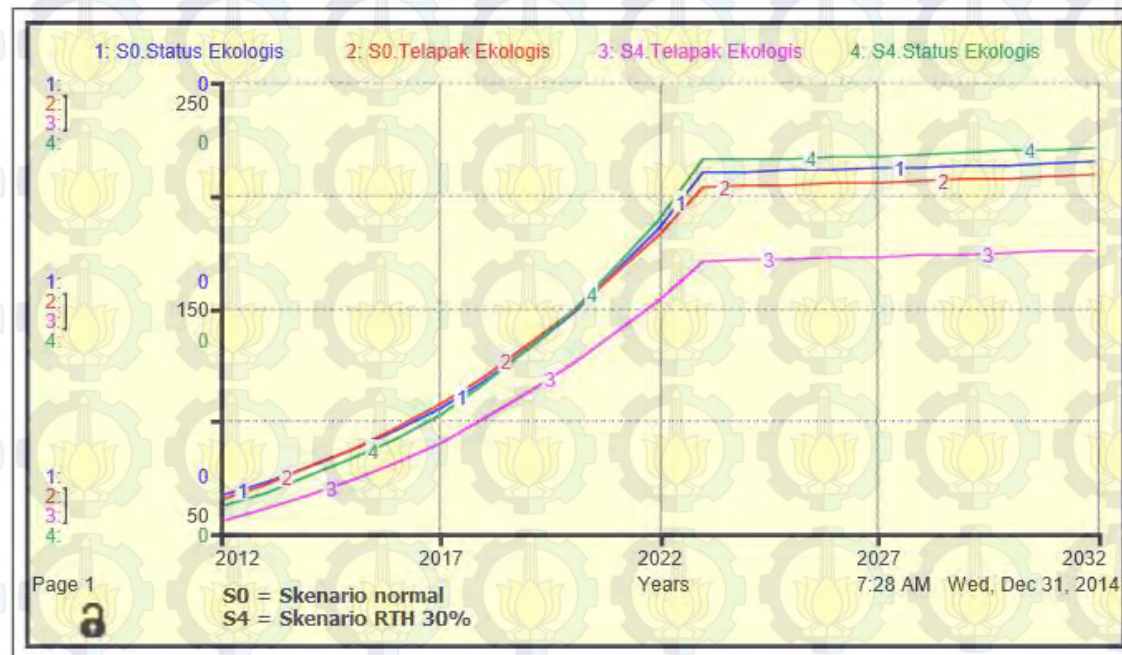
- Nilai hasil simulasi maka nilai status ekologis pada skenario tahun 2031 mencapai 0.36 dengan telapak ekologis sebesar 175,390 gha. Telapak ekologis tersebut akibat total produksi emisi gas CO₂ mencapai 77,678,979.77 ton



ANALISIS SKENARIO PADA SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Skenario Mempertahankan 30% dari Luas Wilayah Merupakan Lahan Hijau

- Sesuai dengan UU Tata Ruang yang mengamanatkan bahwa bahwa ruang terbuka hijau perlu dipertahankan sebesar 30%
- nilai telapak ekologis tetap sebesar 175,390 gha dan status ekologis berada pada level 0.37. Pada kondisi skenario normal juga memiliki nilai simulasi telapak ekologis sebesar 175,390.00 dan status ekologis sebesar 0.37.



ANALISIS SKENARIO PADA SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Skenario Pengetatan Perijinan 3 Jenis Industri dan efisiensi energi industri

- Di wilayah perkotaan gresik pertumbuhan industri pupuk, kimia terutama industri petrokimia dan industri logam sangat signifikan
- Pada skenario ini dicoba pertumbuhan 3 jenis industri ini dikendalikan secara ketat sehingga dapat menurunkan tingkat pertumbuhan jumlah industri ini sampai 50% dari kondisi natural
- Pengendalian pertumbuhan industri ini dilakukan melalui mekanisme perijinan usaha industri baru dan efisiensi energi yang digunakan
- Berdasarkan IPCC (2007) efisiensi energi dapat berpengaruh pada ekivalensi faktor produksi jenis industri ini

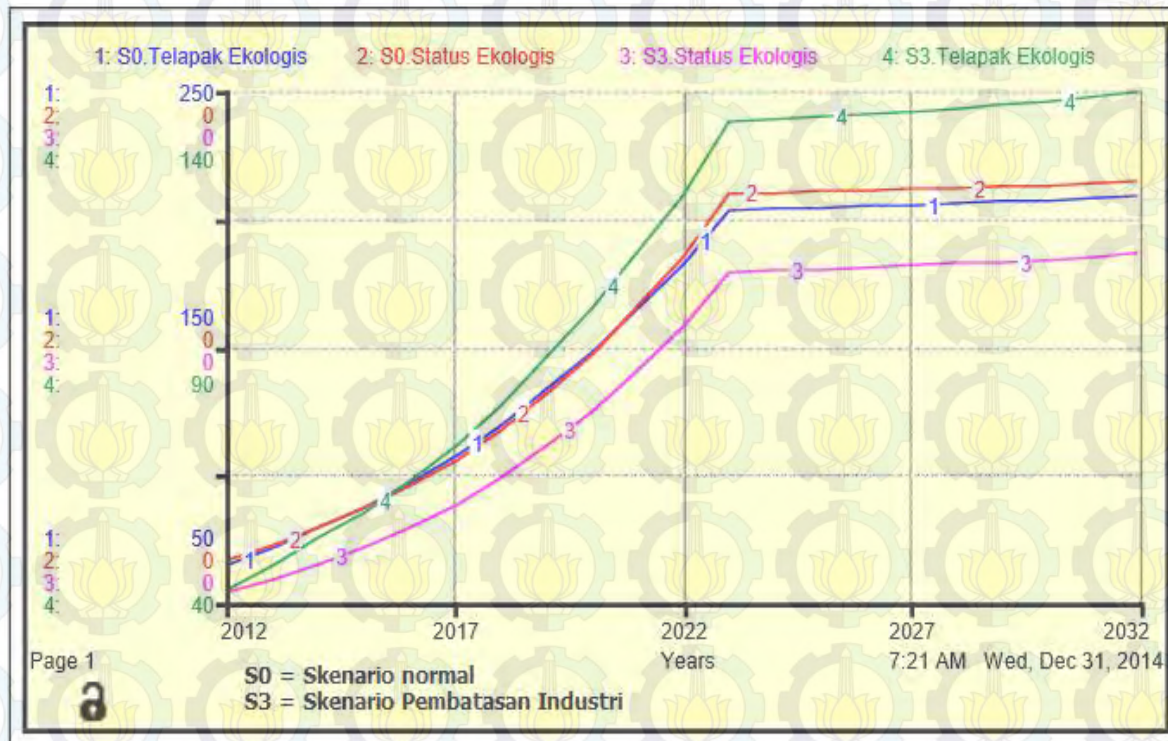
Jenis	Natural	Efisiensi Energi	Satuan
Industri Kimia	2.972	1.67	ton CO2/ Ton produk
Industri Logam	1.6	2.6	ton CO2/ Ton produk
Industri Pupuk	1.884	1.2	ton CO2/ Ton produk



ANALISIS SKENARIO PADA SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Skenario Pengetatan Perijinan 3 Jenis Industri dan efisiensi energi industri

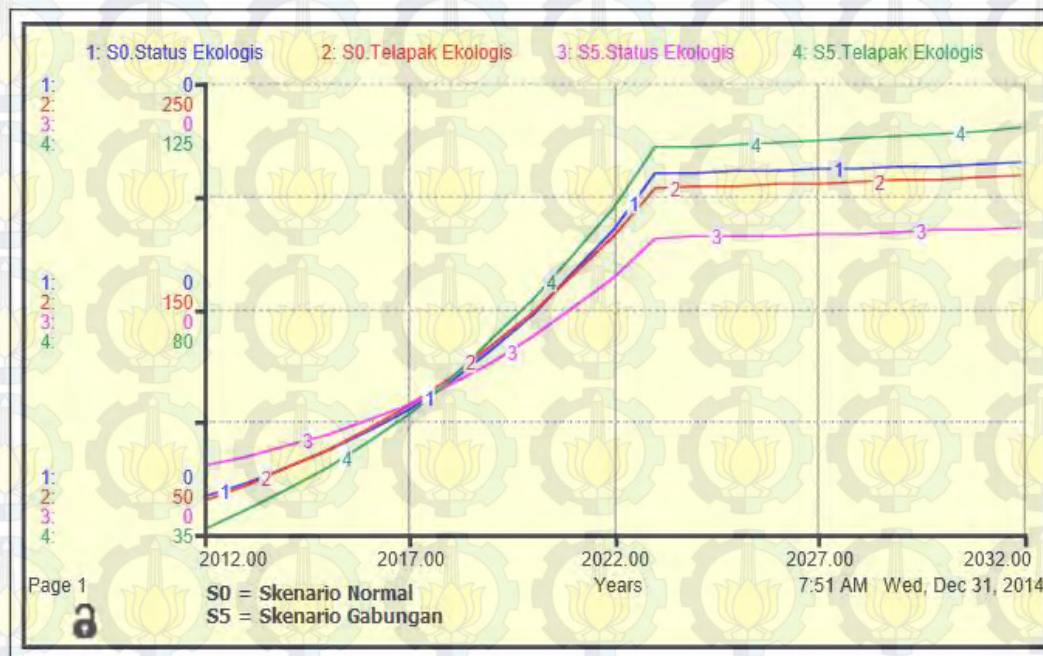
- Skenario ini menghasilkan nilai telapak ekologis sebesar 93,715.97 gha dan status ekologis berada pada level 0.20. pada kondisi skenario normal memiliki nilai simulasi telapak ekologis sebesar 175,390.00 dan status ekologis sebesar 0.37



ANALISIS SKENARIO PADA SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Skenario Gabungan

- Kolaborasi semua skenario kebijakan yang dapat diambil mulai dari pembatasan kendaraan pribadi, mempertahankan rth 30% dan pengetatan perijinan ketiga jenis industri penghasil emisi terbesar
- Hasil simulasi skenario ini menghasilkan nilai telapak ekologis sebesar 92,713.05 gha dan status ekologis berada pada level 0.19.



ANALISIS SKENARIO PADA SISTEM HUBUNGAN MASING-MASING FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PERTUMBUHAN EMISI GAS CO₂ DI WILAYAH PERKOTAAN GRESIK

Perbandingan Antar Skenario

Item	Normal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
Produksi Emisi Gas CO ₂ ton)	78,125,723.72	77,678,979.77	78,125,723.72	52,516,990.94	51,995,392.63
Penyerapan Emisi Gas CO ₂ (ton)	474,436.64	474,436.64	566,666.97	474,436.64	566,666.97
Telapak Ekologis (gha)	175,390.00	174,387.08	175,390.00	93,715.97	92,713.05
Biokapasitas (gha)	1,065.10	1,065.10	1,272.15	1,065.10	1,272.15
Status Ekologis	0.37	0.36	0.37	0.20	0.19
Prosentase Penurunan Emisi Gas CO ₂ (%)		0.57	-	32.78	33.45





Kesimpulan



Kesimpulan

1. Faktor keseimbangan emisi gas CO₂ di wilayah perkotaan Gresik yang terkonfirmasi oleh narasumber sebagai faktor penghasil dan penyerap emisi gas CO₂. Faktor penghasil terdiri dari kelompok kegiatan industry, kelompok kegiatan perumahan dan kelompok kegiatan transportasi. Selain itu faktor penyerap emisi gas CO₂ terdiri dari kelompok serapan alami gas CO₂ dan kebijakan pemerintah.
2. Permodelan sistem defisit ekologis yang dilakukan terdiri dari 7 sub model utama yaitu sub model penduduk dan rumah tangga, konsumsi energy listrik rumah tangga, pembakaran sampah rumah tangga, konsumsi energy memasak rumah tangga, penggunaan lahan, kegiatan industry, kegiatan transportasi dan status ekologi. Model dapat dikatakan fit dengan nilai eror kurang dari 0.1.
3. Hasil simulasi beberapa skenario pada model menunjukkan bahwa skenario gabungan secara signifikan mampu mengurangi produksi emisi gas CO₂ di wilayah perkotaan Gresik sebesar 33.45%. Selain itu skenario ini juga mampu meningkatkan status ekologi wilayah perkotaan Gresik menjadi 0.19 dari kondisi normal status ekologi sebesar 0.37.



Saran

1. Pemerintah Kabupaten Gresik seharusnya sudah perlu membatasi pertumbuhan industri di kabupaten Gresik terutama pada jenis industri logam, pupuk dan industri kimia di wilayah perkotaan.
2. Perlu adanya insentif dan disinsentif perijinan untuk industri yang hemat energi (*green industry*).
3. Perlu peningkatan kegiatan pengadaan hutan atau taman kota yang didominasi oleh tutupan pohon.
4. Masyarakat juga harus peduli dan ikut beraksi dalam mewujudkan keseimbangan emisi gas CO₂ di lingkungan perkotaan Gresik dengan melakukan penghematan energi rumah tangga, transportasi dan daur ulang limbah/sampah dan menjaga tata hijau lingkungan permukiman

Rekomendasi Penelitian Lanjutan

1. Melakukan permodelan dengan menggunakan data konsumsi energi real pada masing-masing industri.
2. Memasukkan keseluruhan jenis industri dalam perhitungan emisi gas CO₂.
3. Mengembangkan faktor-faktor pengaruh terhadap pertumbuhan masing-masing variabel terkait emisi gas CO₂.





TERIMA KASIH

PENJELASAN TAMBAHAN

